

**PENGARUH VARIASI CETAKAN PERMANEN DAN CETAKAN PASIR
MERAH PADA PENGECORAN ALUMINIUM UKURAN 7,5 X 7,5 X 1
CM DENGAN PENAMBAHAN TIMAH HITAM (Pb) SEBESAR 20%
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

DHIKA ARDIANSYAH

D200140052

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH VARIASI CETAKAN PERMANEN DAN CETAKAN PASIR
MERAH PADA PENGECORAN ALUMINIUM UKURAN 7,5 X 7,5 X 1 CM
DENGAN PENAMBAHAN TIMAH HITAM (Pb) SEBESAR 20% TERHADAP
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

PUBLIKASI ILMIAH

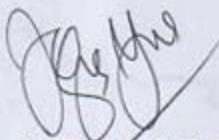
Oleh:

DHIKA ARDIANSYAH

D200140052

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing



Agus Yulianto, S.T, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI CETAKAN PERMANEN DAN CETAKAN PASIR MERAH PADA PENGECORAN ALUMINIUM UKURAN 7,5 X 7,5 X 1 CM DENGAN PENAMBAHAN TIMAH HITAM (Pb) SEBESAR 20% TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Oleh:

DHIKA ARDIANSYAH

D200140052

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Jum'at, 25 Oktober 2019

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. **Agus Yulianto, S.T., M.T.**

(Ketua Dewan Penguji)

2. **Ir. Subroto, M.T.**

(Anggota I Dewan Penguji)

3. **Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T.**

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan Fakultas Teknik,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 4 November 2019

Penulis



DHIKA ARDIANSYAH

D200140052

**PENGARUH VARIASI CETAKAN PERMANEN DAN CETAKAN PASIR
MERAH PADA PENGECORAN ALUMINIUM UKURAN 7,5 X 7,5 X 1 CM
DENGAN PENAMBAHAN TIMAH HITAM (Pb) SEBESAR 20% TERHADAP
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi cetakan permanen dan cetakan pasir merah pada pengecoran aluminium ukuran 7,5 x 7,5 x 1 cm dengan penambahan timah hitam (Pb) sebesar 20% terhadap kekerasan dan struktur mikro. Penelitian ini menggunakan bahan aluminium bekas dengan ukuran 7,5x7,5x1,0 cm dan timah hitam 20% yang dilebur kembali menggunakan tungku krusibel. Proses awal pengecoran mempersiapkan cetakan permanen dan cetakan pasir merah kemudian melebur ulang aluminium paduan timah hitam kedalam tungku krusibel. Setelah aluminium paduan mencair selanjutnya dapat dituangkan kedalam cetakan permanen dan cetakan pasir merah. Proses selanjutnya adalah menunggu coran mengeras dan membongkar hasil coran. Pada pengujian kekerasan Brinell produk coran dengan campuran timah hitam sebesar 20% menggunakan cetakan permanen menunjukan nilai kekerasan sebesar 88,832 BHN, Sedangkan pada cetakan pasir merah menunjukan nilai kekerasan sebesar 85,551 BHN. Kemudian pada pengujian struktur mikro cetakan permanen terlihat diameter kristal lebih kecil, sedangkan cetakan pasir merah mempunyai diameter kristal lebih besar, selanjutnya pada pengujian komposisi kimia cetakan permanen menunjukan Aluminium (Al) sebesar (83,90 %), Silikon (Si) (10,5%), Seng (Zn) (4,20%) , Tembaga (Cu) (0,121%) dan Timah hitam (Pb) (0,0890%). Sedangkan pada cetakan pasir merah menunjukan Aluminium (Al) sebesar (84,90 %), Silikon (Si) sebesar (7,0889%), Seng (Zn) sebesar (3,1369%), Timah Hitam (Pb) sebesar (2,1885%) dan Tembaga (Cu) sebesar (1,7498%).

Kata kunci : Pengecoran, Aluminium, Timah Hitam, Cetakan Permanen dan Cetakan Pasir Merah

Abstract

This study aims to determine the effect of permanent mold variations and red sand molds in aluminium casting with a size of 7,5 x 7,5 x 1 cm with the addition of lead (Pb) of 20% on hardness and microstructure. This study used a used aluminium material with a size of 7,5x7,5x1,0 cm and 20% lead which was remelted using a crucible furnace. The initial casting process prepares a permanent mold and a red sand mold then melts the aluminium alloy back into the crucible furnace. After the aluminium alloy melts it can then be poured into a permanent mold and a red sand mold. The next process is to wait for the hardened castings and dismantle the castings. In testing Brinell hardness castings products with a mixture of lead by 20% using a permanent mold aimed at a hardness value of 88,832 BHN, while the red sand mold showed a hardness value of 85,551 BHN. Then in testing the microstructure of the permanent mold visible smaller crystal diameter, while the red sand mold has a larger

crystal diameter, then the chemical composition of the permanent mold showed Alumunium (Al) of (83,90%), Silicon (Si) (10,5%), Zinc (Zn) (4,20%), Copper (Cu) (0,121%), and Black Lead (Pb) (0,0890%). Whereas the red sand mold shows Alumunium (Al) of (84,90%), Silicon (Si) of (7,0889%), Zinc (Zn) of (3,1369%), Black Lead (Pb) of (2,1885%) and Copper (Cu) of (1,7498%).

Keywords: *Casting, Alumunium, Lead, Permanent Mold and Red Sand Mold*

1. PENDAHULUAN

Alumunium adalah logam yang memiliki kekuatan yang relative rendah dan lunak. Alumunium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat lainnya. Umumnya alumunium dicampur dengan logam lainnya sehingga menjadi alumunium paduan. Material ini dimanfaatkan bukan untuk peralatan rumah tangga, tetapi dapat juga dipakai untuk keperluan industry, kontsruksi, dan lain-lain (Surdia,1992).

Timbal merupakan salah satu jenis logam berat yang sering disebut dengan istilah timah hitam. Timbal memiliki titik lebur yang rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif sehingga biasa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Timbal adalah logam yang lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat (Sunarya, 2007)

Metode pengecoran merupakan metode paling efektif dalam pembuatan logam paduan. Dari berbagai jenis material salah satu jenis logam *non-feroous* yang banyak digunakan dalam pembuatan logam paduan adalah alumunium (Al). Dalam keadaan murni alumunium memiliki sifat ringan, tahan korosi, mampu korosi dan mampu mesin, namun untuk meningkatkan sifat mekanik dari alumunium umumnya dicampur dengan bahan logam lain sehingga membentuk logam paduan (Djaprie, 1991:63).

Daur ulang adalah proses untuk menjadikan suatu bahan bekas menjadi bahan baru dengan tujuan untuk mencegah penumpukan sampah yang sebenarnya dapat menjadi sesuatu yang lebih berguna, mengurangi bahan baku yang baru, mengurangi polusi, mengurangi penggunaan energy, kerusakan lahan dan emisi gas

rumah kaca jika di bandingkan dengan proses pembuatan barang yang baru. Daur ulang merupakan salah satu strategi pengolahan sampah padat yang terdiri atas kegiatan pemilahan, pengumpulan, pemrosesan, pendistribusian dan pembuatan produk dengan material bekas pakai, dan komponen utama dalam manajemen sampah modern dan bagian ketiga dalam proses hierarki sampah 3R (Reuse, Reduce, dan Recycle) (Surdia dan Saito,1992).

Dalam peneliti ini akan memadukan aluminium dengan dimensi scrap 7,5 x 7,5 x 1 cm dan penambahan timah hitam (Pb) sebesar 20% dengan cetakan permanen dan cetakan pasir merah. Diharapkan dengan penelitian ini dapat menghasilkan hasil coran yang berkualitas baik.

1.1 Rumusan Masalah

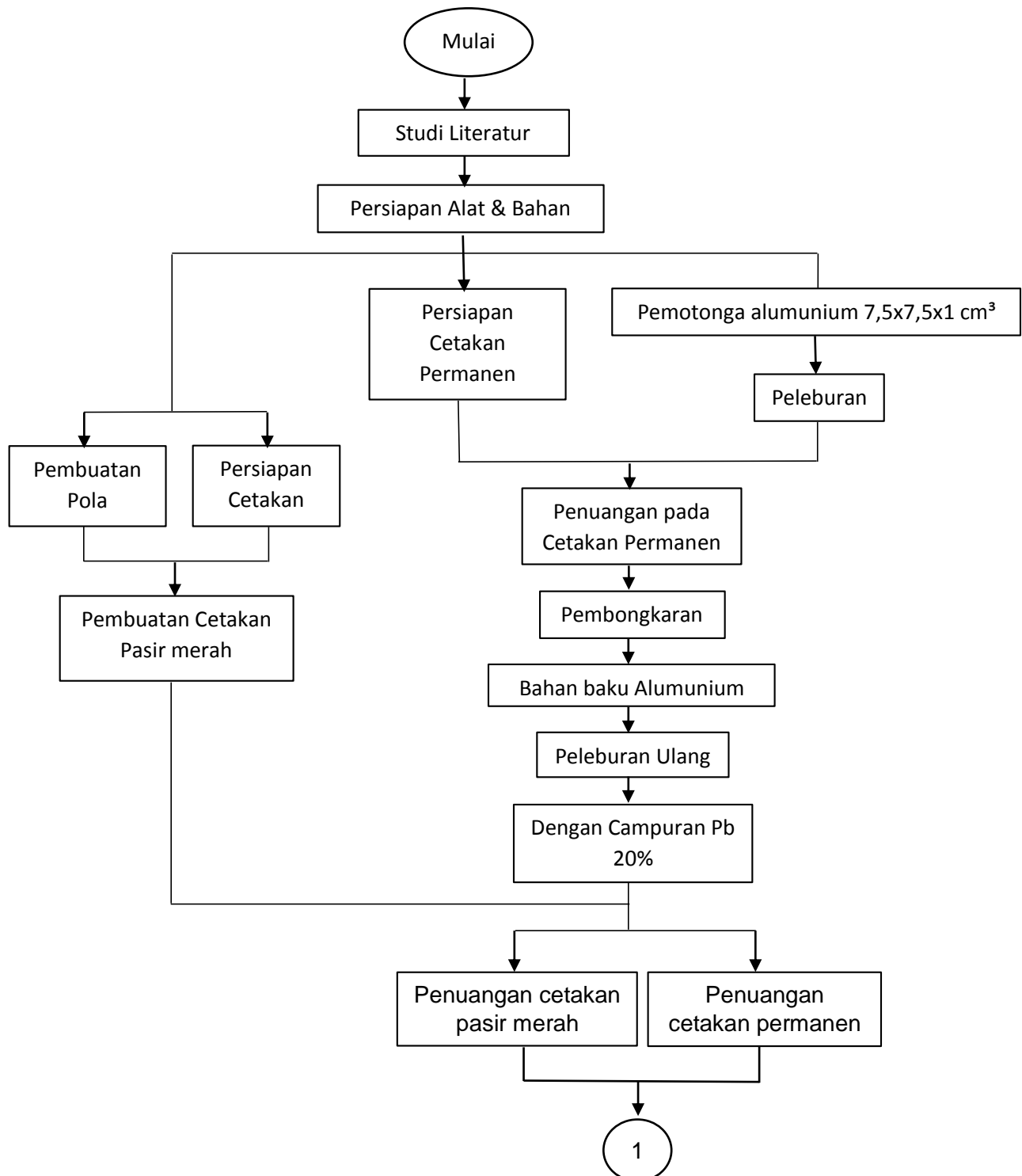
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah menganalisa pengaruh variasi cetakan permanen dan cetakan pasir merah pada pengecoran aluminium ukuran 7,5 x 7,5 x 1 cm dengan penambahan Timah hitam (Pb) sebesar 20% terhadap harga kekerasan dan struktur mikro.

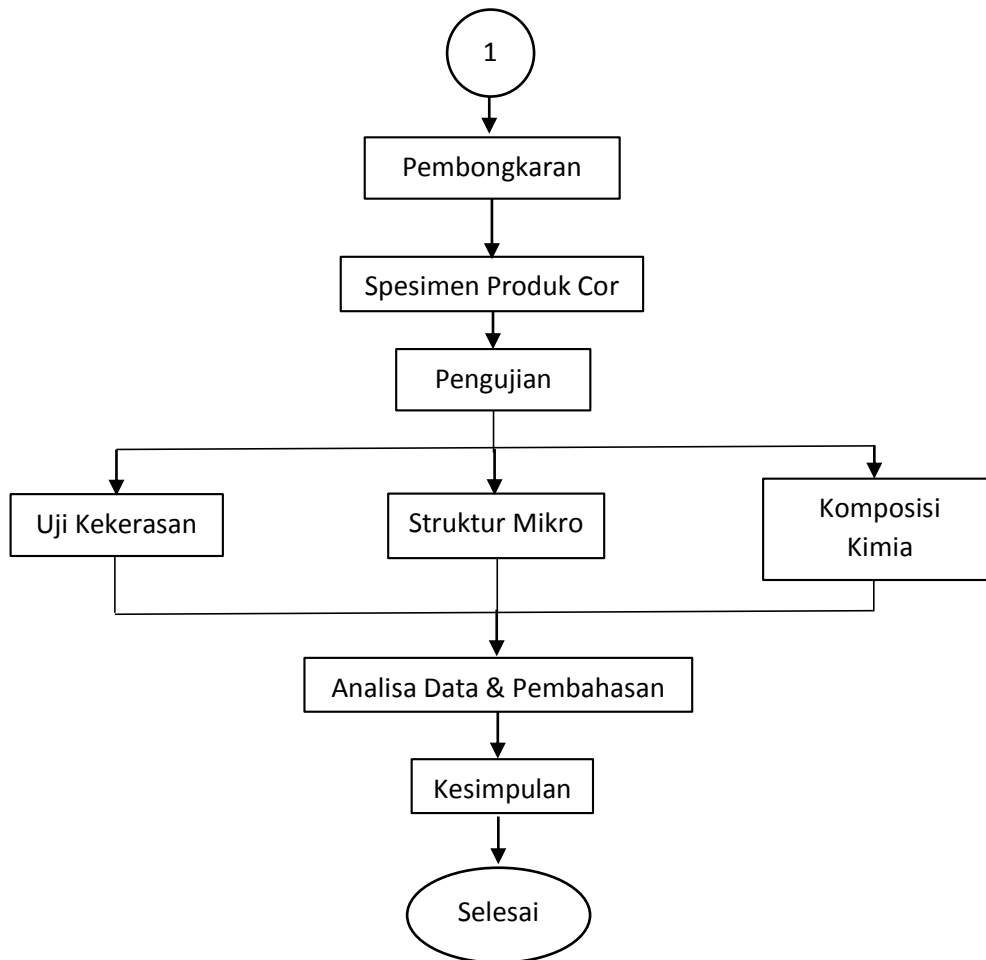
1.2 Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui pengaruh variasi cetakan permanen dan cetakan pasir merah pada pengecoran aluminium (Al) dengan penambahan timah hitam (Pb) sebesar 20% terhadap harga kekerasan.
- b. Mengetahui pengaruh variasi cetakan permanen dan cetakan pasir merah pada pengecoran aluminium (Al) dengan penambahan timah hitam (Pb) sebesar 20% terhadap struktur mikro.
- c. Mengetahui pengaruh penambahan timah hitam (Pb) sebesar 20% terhadap komposisi kimia hasil coran

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian





Gambar 1 Diagram alir Penelitian

2.2 Bahan dan Alat Penelitian

2.2.1 Berikut adalah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Alumunium (Al)
2. Timah hitam (Pb)
3. Gas 3 Kg
4. Kayu bakar

2.2.2 Berikut adalah alat yang digunakan dalam penelitian ini:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Tungku krusibel | 10. Stopwatch |
| 2. Ladel | 11. Infrared thermometer |
| 3. Gerinda | 12. Meter ukur |
| 4. Cetakan logam homogen | 13. Regulator |
| 5. Cetakan logam silender | 14. Kain |
| 6. Timbangan | 15. Regulator |
| 7. Autosol | 16. Alat uji brinell |
| 8. Amplas | 17. Spectrometer |
| 9. Blower | 18. Mikroskop metalografi |

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil pengujian kekerasan brinell

Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Program Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada dengan standar ASTM E-10 menggunakan metode Brinell, sehingga menghasilkan nilai (BHN) pembebanan 613 N dengan diameter bola baja (identor) 2,5 mm, dan dilakukan pada 3 titik dengan posisi



Gambar 2 Posisi titik pengujian Kekerasan brinell

3.1.1 Harga Kekerasan Brinell

Harga kekerasan Brinell terhadap alumunium produk cor tanpa campuran dan dengan campuran timah hitam (Pb) 20% Untuk mencari harga kekerasan brinell digunakan rumus sebagai berikut :

$$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

$$\begin{aligned} P &= 613 \text{ N} \times 0,101972 \text{ kgf} \\ &= 62,509 \text{ kgf} \end{aligned}$$

$$D = 2,5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} d &= \frac{35}{38} \times 1 \text{ cm} \\ &= 0,921 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{2 \times 62,509}{\pi \times 2,5(2,5 - \sqrt{2,5^2 - 0,921^2})} \\ &= 90,528 \text{ kgf/mm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan diatas digunakan untuk mencari *Hardness Brinell* pada hasil produk cor yang telah di uji dengan menggunakan identor 2,5 mm. Dimana setiap 1 mm sama dengan 38 strip garis yang ada di mikroskop.

Tabel 1 Nilai Kekerasan Pada Spesimen Aluminium (Al)

Aluminium (Al) Tanpa Campuran Dengan Cetakan Permanen						
Titik	Jumlah Titik	Identor bola baja D (mm)	Gaya P (kgf)	Diameter bekas penekanan d (mm)	Kekerasan Brinell (BHN)	Kekerasan Brinell rata-rata (BHN)
1	37	2,5	62,509	0,9736	80,580	77,733
2	38	2,5	62,509	1	76,309	
3	38	2,5	62,509	1	76,309	

Catatan : 1 mm = 38 strip

Tabel 2 Nilai Kekerasan Alumunium Campuran Dengan Cetakan Permanen

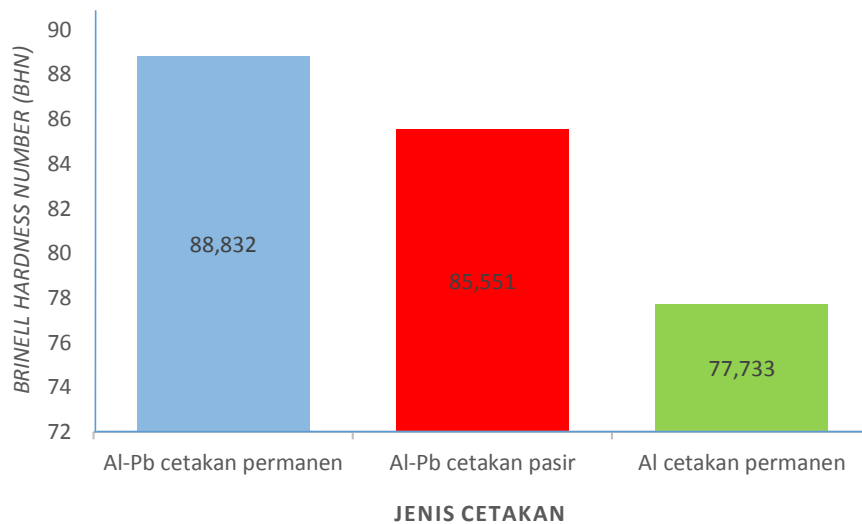
Aluminium (Al) Tanpa Campuran Dengan Cetakan Permanen						
Titik	Jumlah Titik	Identor bola baja D (mm)	Gaya P (kgf)	Diameter bekas penekanan d (mm)	Kekerasan Brinell (BHN)	Kekerasan Brinell rata-rata (BHN)
1	35	2,5	62,509	0,921	90,528	88,832
2	35	2,5	62,509	0,921	90,528	
3	36	2,5	62,509	0,947	85,220	

Catatan : 1 mm = 38 strip

Tabel 3 Kekerasan Brinnel Hasil Produk Cor Alumunium Campuran Dengan Cetakan Pasir Merah

Aluminium (Al) Tanpa Campuran Dengan Cetakan Permanen						
Titik	Jumlah Titik	Identor bola baja D (mm)	Gaya P (kgf)	Diameter bekas penekanan d (mm)	Kekerasan Brinell (BHN)	Kekerasan Brinell rata-rata (BHN)
1	35	2,5	62,509	0,921	90,561	85,551
2	37	2,5	62,509	0,971	80,682	
3	36	2,5	62,509	0,947	85,412	

Catatan : 1 mm = 38 strip



Gambar 3 Histogram Perbandingan Jenis Cetakan

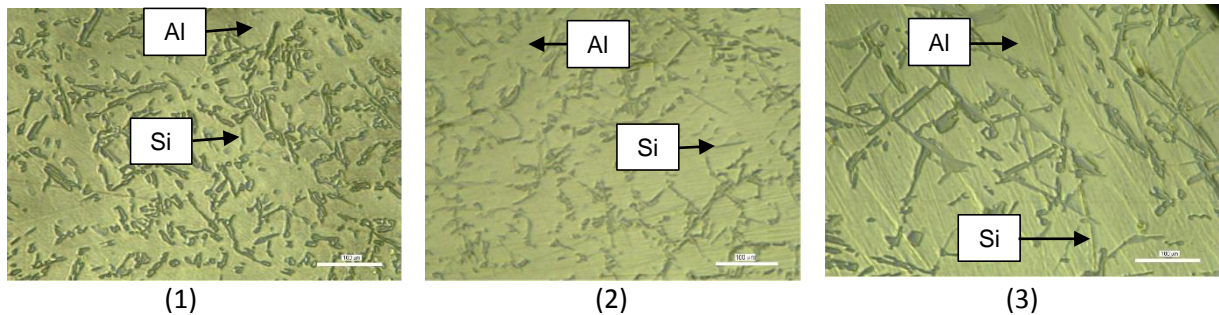
3.1.2 Pembahasan pengujian kekerasan brinell

Kekerasan produk cor alumunium yang menggunakan cetakan logam rata-rata mencapai 88,832 BHN, sedangkan produk cor alumunium cetakan pasir merah sebesar 85,551 BHN. Hal ini disebabkan karena konduktifitas panas pasir yang rendah menyebabkan proses pembekuan lebih lambat dari pada cetakan logam yang memiliki konduktifitas lebih tinggi.

Faktor yang mempengaruhi nilai kekerasan pada hasil coran adalah besarnya butiran, semakin kecil ukuran butiran maka semakin tinggi nilai kekerasannya, sebaliknya semakin besar ukuran butiran maka semakin rendah nilai kekerasannya.

3.2 Hasil pengujian struktur mikro

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui struktur mikro yang terdapat pada spesimen aluminium campuran pada cetakan permanen dan cetakan pasir. Berikut hasil foto mikro dengan pembesaran 100X.



Keterangan Gambar: (1) Struktur mikro Al cetakan permanen

(2) Struktur mikro Al-Si cetakan permanen

(3) Struktur mikro Al-Si cetakan pasir merah

3.2.1 Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro

Struktur mikro terdiri dari unsur aluminium (Al) dan silikon (Si). Unsur aluminium (Al) berupa butiran besar yang berwarna putih atau area yang lebih terang, sedangkan (Si) berupa garis hitam memanjang seperti jarum. Pada foto mikro cetakan permanen terlihat diameter kristal lebih kecil, dan untuk cetakan pasir merah mempunyai diameter kristal lebih besar.

Kecepatan pembekuan atau pendingin berpengaruh terhadap pertumbuhan besar butir. Pada cetakan logam tidak mengalami pertumbuhan besar butir karena proses pendinginannya cepat sehingga menghasilkan porositas yang sedikit

3.3 Hasil pengujian komposisi kimia

Tabel 4. Komposisi Kimia Tanpa Campuran

Tanpa Campuran		
No	Unsur	Presentase (%)
1	Al	83,90
2	Si	10,5
3	Zn	4,20
4	Pb	0,0890
5	Cu	0,121
6	Fe	0,718
7	Ni	<0,0200
8	Mg	<0,0500
9	Sn	0,0791
10	Mn	0,138
11	Be	0,0001
12	Ti	0,0131
13	Cr	<0,0005
14	V	<0,0100
15	Ca	0,0032

Tabel 5. Komposisi Kimia Dengan Campuran

Dengan Campuran 20%		
No	Unsur	Presentase (%)
1	Al	84,15
2	Si	7,0889
3	Zn	3,1369
4	Pb	2,1885
5	Cu	1,7498
6	Fe	0,8133
7	Ni	0,2305
8	Mg	0,181
9	Sn	0,1589
10	Mn	0,1534
11	Be	0,0682
12	Ti	0,0499
13	Cr	0,0218
14	V	0,0009
15	Ca	0,0000

4.3.1 Pembahasan Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Pada hasil komposisi kimia produk cor tanpa campuran terdapat 15 unsur, 5 unsur yang paling banyak yaitu (Al) 83,90%, (Si) 10,5%, (Zn) 4,20%, (Pb) 0,089%, dan (Cu) 0,121%. Sementara pada produk cor dengan campuran timah hitam (Pb) 20% terdapat 5 unsur yang paling banyak yaitu (Al) 84,15%, (Si) 7,0889%, (Zn) 3,1369%, (Pb)

2,1885% dan (Cu) 1,7498. Hasil coran dapat digolongkan logam alumunium paduan (Al-Si). Pengaruh adanya silikon (Si) akan mempermudah peleburan, memperbaiki karakteristik hasil coran, menurunkan penyusutan dan meningkatkan ketahanan korosi.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pengaruh variasi cetakan pada kekerasan adalah besar kecilnya butiran, semakin kecil ukuran butiran maka semakin tinggi nilai kekerasannya dan sebaliknya. Hal ini disebabkan karena konduktifitas panas pasir yang rendah menyebabkan proses pembekuan lebih lambat dari pada cetakan logam yang memiliki konduktifitas lebih tinggi sehingga konfigurasi fasa mempengaruhi tingkat kekerasan.
- b. Pada foto mikro hanya terlihat unsur alumunium (Al) dan silikon (Si). Unsur alumunium berupa butiran besar berwarna terang dan silikon berupa garis hitam memanjang seperti jarum, unsur timah hitam (Pb) tidak terlihat dikarenakan unsur tersebut sudah terlarut atau mengendap di bawah. Variasi cetakan berpengaruh pada kecepatan pembekuan dan pertumbuhan besar kecilnya butir.
- c. Pada hasil komposisi kimia produk cor tanpa campuran terdapat 5 unsur, 5 unsur yang paling banyak yaitu (Al) 83,90%, (Si) 10,5%, (Zn) 4,20%, (Pb) 0,089%, dan (Cu) 0,121%. Sementara pada produk cor dengan campuran timah hitam (Pb) 20% terdapat 5 unsur yang paling banyak yaitu (Al) 84,15%, (Si) 7,0889%, (Zn) 3,1369%, (Pb) 2,1885% dan (Cu) 1,7498. Hasil coran dapat digolongkan logam alumunium paduan (Al-Si). Pengaruh adanya silikon (Si) akan mempermudah peleburan, memperbaiki karakteristik hasil coran, menurunkan penyusutan dan meningkatkan ketahanan korosi.

4.2 Saran

Dalam penelitian selanjutnya, penulis mempunyai beberapa saran yang mungkin dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian antara lain :

- a. Mempererisiapan alat dan bahan agar proses pengecoran berjalan lancar dan menghasilkan produk yang bagus.
- b. Saat proses penelitian berjalan koordinasi dalam tim sangatlah penting baik dalam pengambilan dokumentasi, pembuatan spesimen, dan proses pengujian spesimen, agar mendapatkan data yang akurat.
- c. Pada saat pengecoran perlu diperhatikan dalam pembuatan cetakan agar cetakan tidak rusak yang paling rawan terjadi kerusakan didalam pembuatan cetakan disekitar tepi pola
- d. Lakukan pengamplasan sampai amplas nomor 5000 dengan baik agar benda lebih halus dan rata saat dilakukan uji Struktur mikro sehingga menghasilkan foto mikro yang lebih baik.
- e. Pada saat uji struktur mikro penulis menyarankan agar gunakan pembesaran 200X, 500X dan 1000X agar struktur yang ada pada spesimen terlihat lebih jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Alois Schonmetz, Karl Gruber. 1985. *Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam*. Bandung: Angakasa.
- Annual Book of ASTM Standart, ASTM E10-01, *Standart Test Method for Brinell Hardness of Meetallic Materials*. ASTM International, Unites States.
- Heine, R. W. 1990. *Principles of Metal Casting*. new Dehli: Tata McGraw Hill, Publishing Company Ltd.
- Masyurukan. 2010,. *Analisa Sifat Fisis Dan Mekanis Alumunium Paduan Daur Ulang Dengan Cetakan Logam*, Jurnal Iimiah Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pratiwi, D. K., & Pratama, R. G. P. (2013). *Kajian Eksperimental Pengaruh Variasi Ukuran Cetakan Pasir Terhadap Perubahan Struktur Mikro Dan Kekerasan Produk Cor Aluminium*. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(2).

- Sunarya, 2007. *Kimia Umum*. Grafindo. Bandung.
- Surdia, T., Chijiwa, K., 2000, *Teknik Pengecoran Logam*, Cetakan Ke-8, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Surdia, T, E. Chijiwa, K. 1996. “*Teknik Pengecoran Logam*”, Penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Surdia, T., Saito, S., 1992, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
Surdia, T., Saito, S.
- Surdia, T., Saito, S., 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan ke4, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.